



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 101 20 063 C 2

⑤1 Int. Cl. 7:  
B 21 D 53/88  
B 21 D 5/06

②1 Aktenzeichen: 101 20 063.3-14  
②2 Anmeldetag: 24. 4. 2001  
④3 Offenlegungstag: 14. 11. 2002  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 3. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Benteler Automobiltechnik GmbH, 33104  
Paderborn, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Bockermann, Ksoll, Griepenstroh, 44791 Bochum

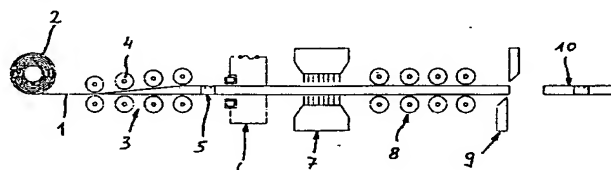
⑦2 Erfinder:  
Klasfauseweh, Udo, Dr., 33332 Gütersloh, DE;  
Harbarth, Thomas, 33102 Paderborn, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 196 40 568 C2  
DE 197 49 902 A1  
DE 197 43 802 A1  
DE 196 19 034 A1  
DE 35 42 681 A1  
DE 22 17 509 A

⑤4 Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge

⑤7 Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen (10, 10') für Kraftfahrzeuge, bei welchem in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial (1) einer Walzprofiliereinheit (3) zugeführt und zu einem Walzprofil (5) umgeformt wird, wobei das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen und anschließend in einer Ablängereinheit (9) zu den Profilbauteilen (10, 10') abgelängt wird, wobei zumindest partielle Bereiche (11, 12) des Walzprofils (5) nach dem Austritt aus der Walzprofiliereinheit (3) induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt und vor dem Ablängen in einer Abkühleinheit (7) abgeschreckt werden.



DE 101 20 063 C 2

DE 101 20 063 C 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge gemäß den Maßnahmen in den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2.

[0002] Steigende Sicherheitsanforderungen von Kraftfahrzeugen fordern den Einsatz von Hoch- und höchstfesten Stählen im Bereich von Struktur- und Sicherheitsteilen im Automobilbau. Bei den Struktur- und Sicherheitsteilen handelt es sich in der Regel um dünnwandige, aus Stahlblech gefertigte längliche Profile, wie z. B. Seitenaufprallträger, Stoßfänger und Säulenverstärkungen.

[0003] Neben hoch- und höchstfesten Kaltformstählen werden auch vergütbare Stahlsorten verwendet. Vergütbare Stähle werden im ungehärteten Zustand kalt umgeformt und erhalten erst in einem nachfolgenden Härtevorgang die erforderliche Festigkeit. Im allgemeinen werden die oben genannten Struktur- und Sicherheitsteile durch Abpressen von Platinen hergestellt. Nach dem in der DE 197 43 802 A1 beanspruchten Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils für Kraftfahrzeugkomponenten, wie Türaufprallträger oder Stoßfänger, werden partielle Bereiche einer Platine induktiv auf eine Temperatur von 900°C erwärmt. Anschließend wird die wärmebehandelte Platine in einem Pressenwerkzeug zum Formbauteil umgeformt und im Pressenwerkzeug vergütet. Ziel ist die Herstellung eines metallischen Formbauteils mit Bereichen einer gegenüber dem übrigen Bauteil höheren Duktilität. Diese Vorgehensweise bringt jedoch relativ hohe Werkzeugkosten mit sich, da die wärmebehandelte Platine in einem Pressenwerkzeug sowohl zum Formbauteil umgeformt wird als auch die Vergütung in dem Pressenwerkzeug stattfindet. Gleichzeitig sind der Verarbeitungsgeschwindigkeit durch die Taktung des Verfahrens Grenzen gesetzt.

[0004] Es ist weiterhin bekannt, längliche Profile mit im wesentlichen gleichen Profilquerschnitten, wie z. B. Stoßfängerquerträger, durch Walzprofilieren herzustellen (DE 22 17 509 A1).

[0005] Die DE 197 49 902 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Profilstabes aus Metall, wobei der Profilstab auf einem Bandmetall mittels einer Formrollen aufweisenden Rollenformeinrichtung geformt wird, so dass Strukturteile mit hoher plastischer Restdehnung und bei nachträglichem Querschnitt mit über seine Länge unterschiedlichen Querschnitten erzeugt werden können.

[0006] Aus der DE 196 40 568 C2 ist ein Verfahren zur Herstellung von rohrförmigen Seitenaufprallträgern für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem aus einem in Bandform bereitgestellten Ausgangsmaterial ebene Platinenabschnitte gestanzt werden, die zu einem Spitzrohr umgeformt und entlang der aneinanderliegenden Längskanten zu Seitenaufprallträgern verschweißt werden. Während des Verfahrens erfolgt eine Vergütung durch eine Erwärmung mit anschließender definierter Abschreckung.

[0007] Aus der DE 196 19 034 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von kritisch zu verformenden Bauteilen aus Leichtmetallband bekannt, bei dem durch mindestens einen Kaltumformgebungsschritt aus dem Band das gewünschte Bauteil hergestellt wird und mittels einer Weichglühung vor der Kaltumformung die Umformbarkeit verbessert wird.

[0008] Gegenstand der DE 35 42 681 ist ein Verfahren zur Herstellung gezogener Qualitätsrohre, die aus einem Vorband geformt und geschweißt werden. Nach der Reduktion des Rohrstrangs auf etwas mehr als den Enddurchmesser erfolgt im Durchlauf eine normalisierende Glühung in der Rohrglühung mit anschließender Schnellabkühlung.

[0009] Der Erfindung liegt ausgehend von diesem Stand

der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge mit weitgehend gleichem Profilquerschnitt hinsichtlich der Verarbeitungsgeschwindigkeit zu verbessern und damit die Effizienz zu erhöhen.

[0010] Eine erste Lösung dieser Aufgabe besteht in den Maßnahmen im Patentanspruch 1.

[0011] Bei dem beanspruchten Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge wird in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial einer Walzprofiliereinheit zugeführt und zu einem Walzprofil umgeformt. Nach dem Austritt aus der Walzprofiliereinheit werden partielle Bereiche des Walzprofils induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt und anschließend in einer Abkühleinheit abgeschreckt. Im Anschluss daran werden die Walzprofile zu den Profilbauteilen abgelängt.

[0012] Der besondere Vorteile des Walzprofilierens ist in den niedrigen Fertigungskosten aufgrund der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten und der gegenüber einem Pressenwerkzeug geringeren Werkzeugkosten zu sehen.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kommt als Ausgangsmaterial vorteilhaft eine Stahlegierung in Frage, die in Gewichtsprozenten ausgedrückt einen Kohlenstoffanteil C zwischen 0,18% bis 0,3%, einen Siliziumanteil Si zwischen 0,1% bis 0,7%, einen Mangananteil Mn zwischen 1,0% bis 2,5%, einen Phosphoranteil P von maximal 0,025%, einen Chromanteil Cr von 0,1% bis 0,8%, einen Molybdänanteil Mo zwischen 0,1% bis 0,5%, einen Schwefelanteil S von maximal 0,01%, einen Titananteil Ti zwischen 0,02% bis 0,05%, einen Boranteil B zwischen 0,002% bis 0,005% und einen Aluminiumanteil Al zwischen 0,01% bis 0,06% aufweist, wobei der Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen ist. Die Stahlegierung kann ferner einen Niobanteil Nb zwischen 0,03% bis 0,05% aufweisen, um eine interkristalline Korrosion zu verhüten und die Warmfestigkeit zu steigern.

[0014] Ein solcher vergütbarer Stahl weist im ungehärteten Zustand eine Zugfestigkeit von  $\geq 600 \text{ N/mm}^2$  und eine Dehnbarkeit von  $\geq 20\%$  auf. Nach dem Härten können Zugfestigkeiten von  $> 1.500 \text{ N/mm}^2$  von Dehnungen von  $\geq 6\%$  erzielt werden. Ein Ausgangsmaterial mit einer Dehnbarkeit von  $\geq 20\%$  lässt sich auch bei hoher Arbeitgeschwindigkeit in der Walzprofiliereinheit zu dem gewünschten Walzprofil umformen. Dadurch, dass bei diesem Ausgangsmaterial sehr hohe Materialfestigkeiten erreichbar sind, ergibt sich ein erhebliches Gewichtsreduktionspotential für die metallischen Profilbauteile, da mit der hohen Festigkeit die Möglichkeit einher geht die Materialdicke walztechnisch in bestimmten Bereichen zu reduzieren.

[0015] Nach der Erfindung ist es möglich, sowohl das gesamte Walzprofil zu härten als auch nur partielle Bereiche. Durch eine lokal begrenzte induktive Wärmebehandlung partieller Bereiche lässt sich zudem die Durchsatzrate des Verfahrens erhöhen. Durch hohe Leistungsdichten insbesondere durch hochfrequente induktive Wärmebehandlung sind sehr kurze Aufheizphasen in den zu erwärmenden partiellen Bereichen aber auch des gesamten Walzprofils möglich.

[0016] Die partiellen Bereiche können sich in Längsrichtung der Profilbauteile erstrecken, d. h. die partiellen Bereiche sind langgestreckt, unter Umständen auch über die gesamte Länge des Profilbauteils. Es ist aber auch möglich kurze und breite Bereiche in Quererstreckung der Profilbauteile wärmezubehandeln.

[0017] Als besonders vorteilhaft wird es angesehen, dass das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen wird.

[0018] Eine zweite Lösung der Aufgabe besteht nach Anspruch 2 darin, bei dem Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen zumindest partielle Bereiche des

DE 101 20 063 C 2

3

Ausgangsmaterials vor dem Eintritt in die Walzprofiliereinheit induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur zu erwärmen. Das Ausgangsmaterial durchläuft dabei die Walzprofiliereinheit im erwärmten Zustand, so dass eine Warmumformung zu einem Walzprofil stattfindet, welches während des Walzprofilierens gebogen wird. Das umgeformte und gebogene Walzprofil passiert anschließend eine Abkühleinheit, bevor das Walzprofil wiederum in einer Ablängeinheit zu den Profilbauteilen abgelängt wird.

[0019] Die Biegung des Walzprofils ist aufgrund der nachfolgenden Verfahrensschritte natürlich nur begrenzt möglich.

[0020] Der Vorteil bei dieser Variante ist, dass ein in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial durch seine flache Geometrie gegenüber dem fertig ausgeformten Walzprofil aufgrund des geometrisch einfacheren Profilquerschnitts vorteilhafter induktiv erwärmbar ist. Es ergibt sich daraus eine homogene Erwärmung des Ausgangsmaterials sowie ein geringerer konstruktiver Aufwand für eine induktiv arbeitende Heizvorrichtung. Auch muss die Heizvorrichtung nicht an unterschiedliche Walzprofilquerschnitte angepasst werden. Ein weiterer Vorteil ist die verbesserte Umformbarkeit des erwärmten Ausgangsmaterials beim Durchlaufen der Walzprofiliereinheit.

[0021] Anspruch 3 sieht eine Weiterbildung der Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 vor, wobei zumindest partielle Bereiche des gehärteten Walzprofils vor dem Ablängen auf eine Vergütungstemperatur erwärmt werden. Durch das nachträgliche Vergüten zumindest partieller Bereiche des gehärteten Walzprofils kann in diesen Bereichen die Duktilität gesteigert werden, so dass ein Profilbauteil sowohl Bereiche höchster Festigkeit mit geringem plastischen Verformungsvermögen aufweisen kann und gleichzeitig ein oder mehrere partielle Bereiche mit demgegenüber geringerer Festigkeit jedoch höherer Duktilität. Ein stufenloser Übergang zwischen Bereichen verschiedener Festigkeiten ist mit der Erfindung realisierbar.

[0022] Nach Anspruch 4 ist vorgesehen, dass das gehärtete oder vergütete Walzprofil vor dem Ablängen eine Härteverzug korrigierende Kalibriereinheit durchläuft. Diese stellt bei eng tolerierten Maßen des Profilbauteils die Einhaltung der Maßanforderungen sicher.

[0023] Der Härteverzug ist in einem gewissen Rahmen auch über die Ausgestaltung der Abkühleinheit beeinflussbar, die für die für das Härten notwendige beschleunigte Abkühlung des Walzprofils sorgt. Über die Durchlaufgeschwindigkeit des Ausgangsmaterials bzw. des Walzprofils und die Wahl des Abkühlmittels, wie z. B. Wasser, Öl-Wasser-Emulsion, Luft, kann auf die Abkühlgeschwindigkeit und damit auf die erzielbare Härte des Profilbauteils bzw. auf partielle Bereiche des Profilbauteils Einfluss genommen werden.

[0024] Bei der erfindungsgemäßen Weiterbildung gemäß Anspruch 5 wird das Walzprofil im Anschluss an das Walzprofilieren kontinuierlich zu einem geschlossenen Walzprofil verschweißt. Voraussetzung hierfür ist, dass das Walzprofil durch das Walzprofilieren einen Profilquerschnitt erhält, der das Verschweißen zu einem geschlossenen Walzprofil ermöglicht, d. h. dass die Längskanten oder Längskantenbereiche des Ausgangsmaterials einander zugewandt sind.

[0025] Die wesentlichen Vorteile des hier beschriebenen Verfahrens zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Kopplung des Walzprofilierens, Biegens und Härten bzw. Vergütens der Profilbauteile in einem kontinuierlichen Prozess erlaubt eine sehr effiziente und ökonomische Herstellung von Struktur- und Sicherheitsteilen im Automobilbau. Das Verfahren ermöglicht weiterhin eine Variation der

4

Festigkeitswerte der Profilbauteile in weiten Grenzen, wodurch das Bauteilverhalten, z. B. im Crashfall, gezielt einstellbar ist. Schließlich können durch die Wahl des eingesetzten Ausgangsmaterials in einem kontinuierlichen Herstellungsverfahren Struktur- und Sicherheitsteile hergestellt werden, die zumindest partiell sehr hohe Festigkeiten haben und durch Reduzierung der Materialdicke eine Gewichtersparnis des jeweiligen Bauteils ermöglichen.

[0026] Die Erfindung ist nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

[0027] Fig. 1 eine erste Fertigungsfolge eines metallischen Profilbauteils;

[0028] Fig. 2 eine zweite Fertigungsfolge eines Profilbauteils;

[0029] Fig. 3 ein Formbauteil mit einem kurzen vergüteten Bereich und

[0030] Fig. 4 ein Formbauteil mit einem vergüteten Bereich in Längserstreckung.

[0031] Fig. 1 zeigt eine Fertigungsfolge, bei welcher in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial 1 von einem Coil 2 einer Walzprofiliereinheit 3 zugeführt wird. In der Walzprofiliereinheit wird das Ausgangsmaterial 1 durch entsprechend angeordnete Rollensätze 4 zu einem Walzprofil 5 mit im wesentlichen U-förmigem Querschnitt umgeformt und in nicht näher dargestellter Weise gebogen.

[0032] Das Walzprofil 5 wird anschließend einer induktiv arbeitenden Heizvorrichtung 6 zugeführt, in welcher das Walzprofil 5 auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt wird, wobei die Austenitisierungstemperatur einem Werkstoff mit den zuvor in der Beschreibung angegebenen Legierungselementen bei etwa 900°C liegt. Im Anschluss an die Heizvorrichtung 6 wird das erwärmte Walzprofil 5 in einer Abkühleinheit 7 unter Einsatz eines Abkühlmittels, wie z. B. Wasser, Öl-Wasser-Emulsion, Luft beschleunigt abgekühlt und gehärtet.

[0033] An die Abkühleinheit 7 schließt sich eine Kalibriereinheit 8 an, die durch Walzprofilieren Härteverzug des Walzprofils 5 ausgleicht.

[0034] Schließlich wird das zumindest partiell wärmebehandelte Walzprofil 5 einer schematisch dargestellten Ablängeinheit 9 zugeführt, die das Walzprofil 5 in einzelne Profilbauteile 10 ablängt.

[0035] Die Fertigungsfolge gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von der Fertigungsfolge nach Fig. 1 lediglich dadurch, dass die Heizvorrichtung 6 der Walzprofiliereinheit 3 vorgeschaltet ist und damit das Ausgangsmaterial 1 bereits vor Eintritt in die Walzprofiliereinheit 3 induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt wird. Die nachfolgenden Verfahrensschritte Abkühlen, Kalibrieren und Ablängen schließen sich wie in der Beschreibung zu Fig. 1 an.

[0036] Die Fig. 3 und 4 zeigen Profilbauteile 10, 11 mit partiell wärmebehandelten Bereichen 11, 12. Der Bereich 11 in Fig. 3 erstreckt sich quer über die Breite des Profilbauteils und kann durch eine entsprechende Wärmebehandlung gezielt gehärtet oder vergütet sein und von den benachbarten Bereichen 11' abweichende Materialeigenschaften besitzen.

[0037] Gleiches gilt im Prinzip für das Profilbauteil 10' in Fig. 4 mit dem Unterschied, dass sich die wärmebehandelten Bereiche 12' des Profilbauteils 10' in seiner Längsrichtung erstrecken und gegenüber den benachbarten Bereichen 12 abweichende Materialeigenschaften besitzen.

#### Bezugszeichenaufstellung

- 1 Ausgangsmaterial
- 2 Coil
- 3 Walzprofiliereinheit

4 Rollensätze  
5 Walzprofil  
6 Heizvorrichtung  
7 Abkühleinheit  
8 Kalibriereinheit  
9 Ablängeinheit  
10 Profilbauteil  
10' Profilbauteil  
11 Bereich von 10  
11' Bereich von 10  
12 Bereich von 10'  
12' Bereich von 10'

5

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen (10, 10') für Kraftfahrzeuge, bei welchem in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial (1) einer Walzprofiliereinheit (3) zugeführt und zu einem Walzprofil (5) umgeformt wird, wobei das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen und anschließend in einer Ablängeinheit (9) zu den Profilbauteilen (10, 10') abgelängt wird, wobei zumindest partielle Bereiche (11, 12) des Walzprofils (5) nach dem Austritt aus der Walzprofiliereinheit (3) induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt und vor dem Ablängen in einer Abkühleinheit (7) abgeschreckt werden. 20
2. Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen (10, 10') für Kraftfahrzeuge, bei welchem in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial (1) einer Walzprofiliereinheit (3) zugeführt und zu einem Walzprofil (5) umgeformt wird, wobei das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen und anschließend in einer Ablängeinheit (9) zu den Profilbauteilen (10, 10') abgelängt wird, wobei zumindest partielle Bereiche (11, 12) des Ausgangsmaterials (1) vor dem Eintritt in die Walzprofiliereinheit (3) induktiv auf eine zum Härten erforderliche Temperatur erwärmt und vor dem Ablängen des Walzprofils (5) in einer Abkühleinheit (7) abgeschreckt werden. 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest partielle Bereiche (11, 12) des gehärteten Walzprofils (5) vor dem Ablängen auf eine Vergütungstemperatur erwärmt werden. 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das gehärtete oder vergütete Walzprofil (5) vor dem Ablängen eine Härteverzug korrigierende Kalibriereinheit (8) durchläuft. 35
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Walzprofil (5) im Anschluss an das Walzprofilieren kontinuierlich zu einem geschlossenen Walzprofil verschweißt wird. 40

45

50

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

**BEST AVAILABLE COPY**

- Leerseite -

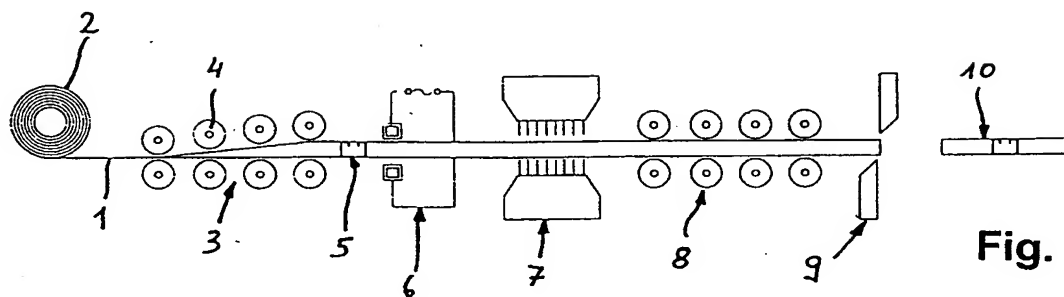


Fig. 1

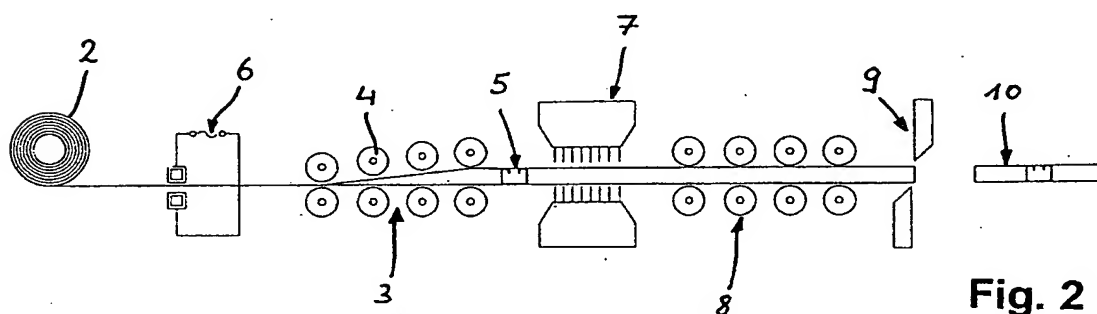


Fig. 2

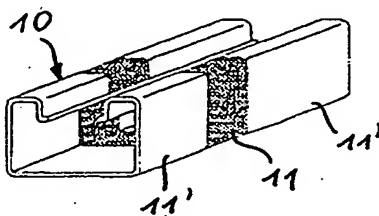


Fig. 3

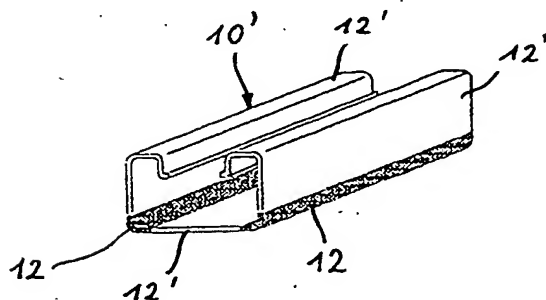


Fig. 4